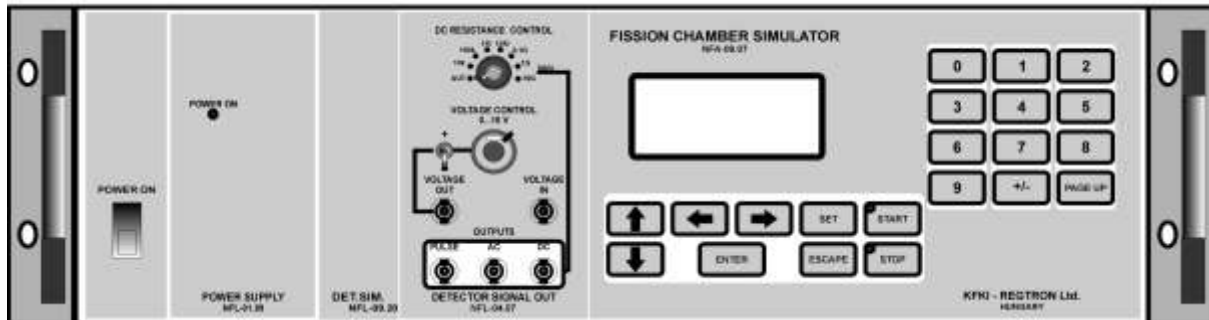


## NFA-09.07 Neutron detektor szimulátor



Az NFA-09.07 Neutron detektor szimulátor egy nagyon hasznos eszköz nukleáris mérőláncok kalibrálására. Az eszköz kimeneti jelei megegyeznek a nukleáris detektorok kimeneti jeleivel. A szimulátorban futó program lehetővé teszi az ellenőrzéshez szükséges különböző kimenő jelek előállítását, és ezzel lehetővé teszi a nukleáris mérőláncokban a hibakeresést. Ezen készülék használatával egy neutronérzékelő hasadási, vagy ionizációs kamra könnyen szimulálható. Ez azt jelenti, hogy miután a reaktor, és detektor paramétereit pontosan beállítottuk, a pulzus, AC, és DC kimeneteken megjelenő jelek jól követik egy valódi nukleáris reaktor viselkedését.

A készülék ugyancsak tudja szimulálni proporcionális számlálócsövek, ionizációs kamrák kimeneti jeleit is.

Ezen cél érdekében az FCS három kimenetén (PULSE, AC, DC) beállítható értékű teszt jeleket állít elő a  $1.00E+00$ .... $1.00E+11$  nv tartományban. A neutronfluxus, és a kimeneti jelek tartománya gépkönyv végén látható ábrákon (1 ábrától. 4 ábráig) látható. Ugyancsak látható a számított névleges teljesítmény is. % (5 ábra).

The neutronfluxus időbeni változása lehet állandó, és exponenciálisan változó.. Ez azt jelenti, hogy megfelelő beállításetén a kimeneti jelek értéke exponenciálisan növekedhet, vagy csökkenhet egy alsó és egy felső limitérték között a T.PER (periódusidő) paraméter által beállított időállandóval.

Az előlapi tasztatúra és a kijelző segítségével a kezelő be tudja állítani az FCS működési paramétereit. A hátlapi RS 232 soros vonal segítségével a számítógépről való vezérlés is lehetséges.

## Működési elv

A nukleáris reaktort egy belső generátor szimulálja. Ez a generátor számolja a neutronfluxus mindenkori értékét nv egységben. A legtöbb reaktor dinamikus neutronfluxus tartománya  $1.00E+00$  -  $1.00E+11$  nv között van detektorpozícióban.

A detektor jelek paraméterei függenek a neutronfluxus szintjétől. Pulzus üzemmódban a frekvencia, ac üzemmódban az ac áram, dc üzemmódban a dc áram követi az nv értéket.

1. **I Pulse** üzemmódban a szimulált jel frekvenciája a neutronfluxus függvényében a következő:

$$f_{\text{PULSE}} = K1 * \Phi$$

ahol

|                    |  |                           |
|--------------------|--|---------------------------|
| $f_{\text{PULSE}}$ | a pulzus kimenet névleges frekvenciája   | [Hz]                      |
| K1                 | a szimulált detektor pulzus érzékenysége | [Hz/nv]                   |
| $\Phi$             | szimulált neutronfluxus                  | [nv=N/m <sup>2</sup> x s] |

A pulzus frekvencia-neutron fluxus jelleggörbe felső sarokpontja (PFLUX1 a 2 ábrán) a pulzus átlapolódási jelenséget mutatja. Ez az eszköz telítődését jelzi, és azt, hogy a kimeneti frekvencia nem emelkedik tovább. Ez az érték függ a szimulált eszköz begyűjtési idejétől. A pulzusamplitúdó és szélesség a szimuláció során állandó.

Kétfajta pulzusszélesség (0.1  $\mu$ s/1.5  $\mu$ s) állítható be, az amplitúdó pedig 1  $\mu$ A és 10  $\mu$ A között folyamatosan. A kimeneti frekvencia lehet állandó (zajmentes), vagy sztochasztikusan változó (zajos). A sztochasztikus jeleket digitálisan állítjuk elő. A sztochasztikus jelek frekvenciaspektruma a következő elemekből áll:

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| $2 f_0$ | 0.5 – ös relatív súlyozással,        |
| $f_0$   | 0.25 – ös relatív súlyozással,       |
| $f_0/2$ | 0.125 – ös relatív súlyozással, stb. |

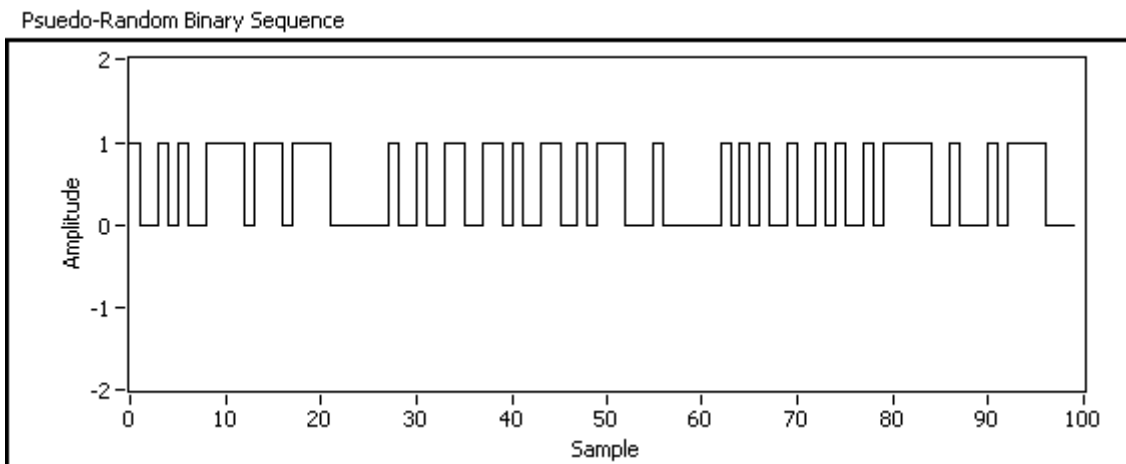
2. **IAC** üzemmódban a szimulált AC áramjel amplitúdója hordozza a neutronfluxus információt:

$$I_{\text{AC}} = K2 * \sqrt{\Phi}$$

ahol

|                 |                                    |                                  |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| $I_{\text{AC}}$ | ac kimenet névleges rms árama      | [ $\mu$ A]                       |
| K2              | szimulált detektor ac érzékenysége | [ $\mu$ A / $\sqrt{\text{nv}}$ ] |
| $\Phi$          | szimulált neutronfluxus            | [nv=N/m <sup>2</sup> x s]        |

Az ac kimenet frekvenciája lehet állandó (zajmentes), és sztochasztikusan váltakozó, ami fluktuációban jelenik meg (zajos). A sztochasztikus jeleket digitálisan állítjuk elő. A Pseudo-Random Binary Sequence egy periodikus, determinisztikus jel fehérzaj-szerű tulajdonságokkal. Ez egy n bit-es, kizáró-vagy logikával visszacsatolt shift regiszterben jön létre. Amíg a valóságban zajszerűen jelenik meg, a szekvencia minden  $2^n - 1$  értéke megismétlődik.



Az ac áram-neutronfluxus karakterisztika alsó töréspontja (AFLUX0 a 3. ábrán) az összegzett, nem neutron által generált zajt jeleníti meg. (az elektronikából és a detektorból származó). Ez azt jelenti, hogy a nem megjósolható zajok miatti függés következtében a kimeneti áram telítődik, és amplitúdója nem képes tovább csökkenni.

3. DC üzemmódban a szimulált áramjel amplitúdója a neutronfluxus függvénye:

$$I_{DC} = K3 * \Phi$$

ahol

|          |  |                       |
|----------|--|-----------------------|
| $I_{DC}$ | névleges kimeneti egyenáram              | $[\mu A]$             |
| $K3$     | a szimulált detektor dc áramérzékenysége | $[\mu A / nv]$        |
| $\Phi$   | szimulált neutronfluxus                  | $[nv=N/m^2 \times s]$ |

A DC áram-neutronfluxus karakterisztika alsó töréspontja (DFLUX0 a 4. ábrán) az összegzett, nem neutron által generált zajt jeleníti meg. (az elektronikából és a detektorból származó). Ez azt jelenti, hogy a kimeneti áram amplitúdója nem képes tovább csökkenni.

A karakterisztika felső töréspontja- (DFLUX1 a 4. ábrán) a neutronok által generált áram telítődését jeleníti meg. Azt jelenti, hogy a kimeneti áram értéke nem képes tovább növekedni..

## **PULSE kimenet**

A PNOOUT1 jel indítja a programozható monostabil multivibrátort. Az MMV kimeneti jele (PULSE OUT) egy gyors analóg kapcsolót vezérel (AN MPX), amelyik kapcsolja a DAC1 kimeneti jelét. (REF\_PULSE) Ez a jel utána egy feszültségosztóra kerül. A PULSE OUT kimenetre a jel egy polaritásváltó áramkör, és egy soros 200 k $\Omega$  értékű ellenállás után kerül. A pulzus polaritását szoftverből lehet állítani.

## **AC kimenet**

The PNOOUT2/AC\_OUT vezérel egy gyors analógkapcsolót (AN MPX), amelyik megszagatja a REF AC jelet. Egy 200 k $\Omega$  vagy 2 M $\Omega$  értékű ellenállás alakítja át a feszültséget árammá.

## **DC kimenet**

A DC OUT kimenet áramszintje külső, vagy belső feszültségforrás, és a megfelelő ellenállás kiválasztásával állítható be. A készülék csak zajmentes áramot állít elő.

Az áram értéke automatikus, vagy kézi üzemmódban állítható be. A kívánt üzemmódot az NFL-04.07 modul előlapján levő 8 állású kapcsoló segítségével állíthatjuk be.

- Ha a RESISTANCE CONTROL kapcsoló "Aut" állásban van, mind az ellenállás kiválasztása, mind a feszültség-beállítás automatikusan történik. A DAC 3 kimenete az ellenállás hálózat bemenetére kapcsolódik. Az optimális ellenállás értékének kiválasztása is automatikus. Ebben az üzemmódban az áram polaritása csak pozitív lehet.
- Ha a RESISTANCE CONTROL kapcsoló a 10 k $\Omega$ , 100k $\Omega$ , 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$ , 100 M $\Omega$ , 1 G $\Omega$ , 10 G $\Omega$  állásokban van, a jelzett értékű ellenállás kapcsolódik a DC OUT kimenetre. Ebben az üzemmódban a VOLTAGE IN bemenetre adott feszültség kapcsolódik az ellenállás-hálózatra. Általában a VOLTAGE OUT kimenetet kötjük össze a VOLTAGE IN csatlakozóval. Az előlapi potenciométerrel 0 és 10 V között tudjuk beállítani a feszültséget. A POLARITY nevű kapcsolóval a kimeneti áram polaritását állíthatjuk be.

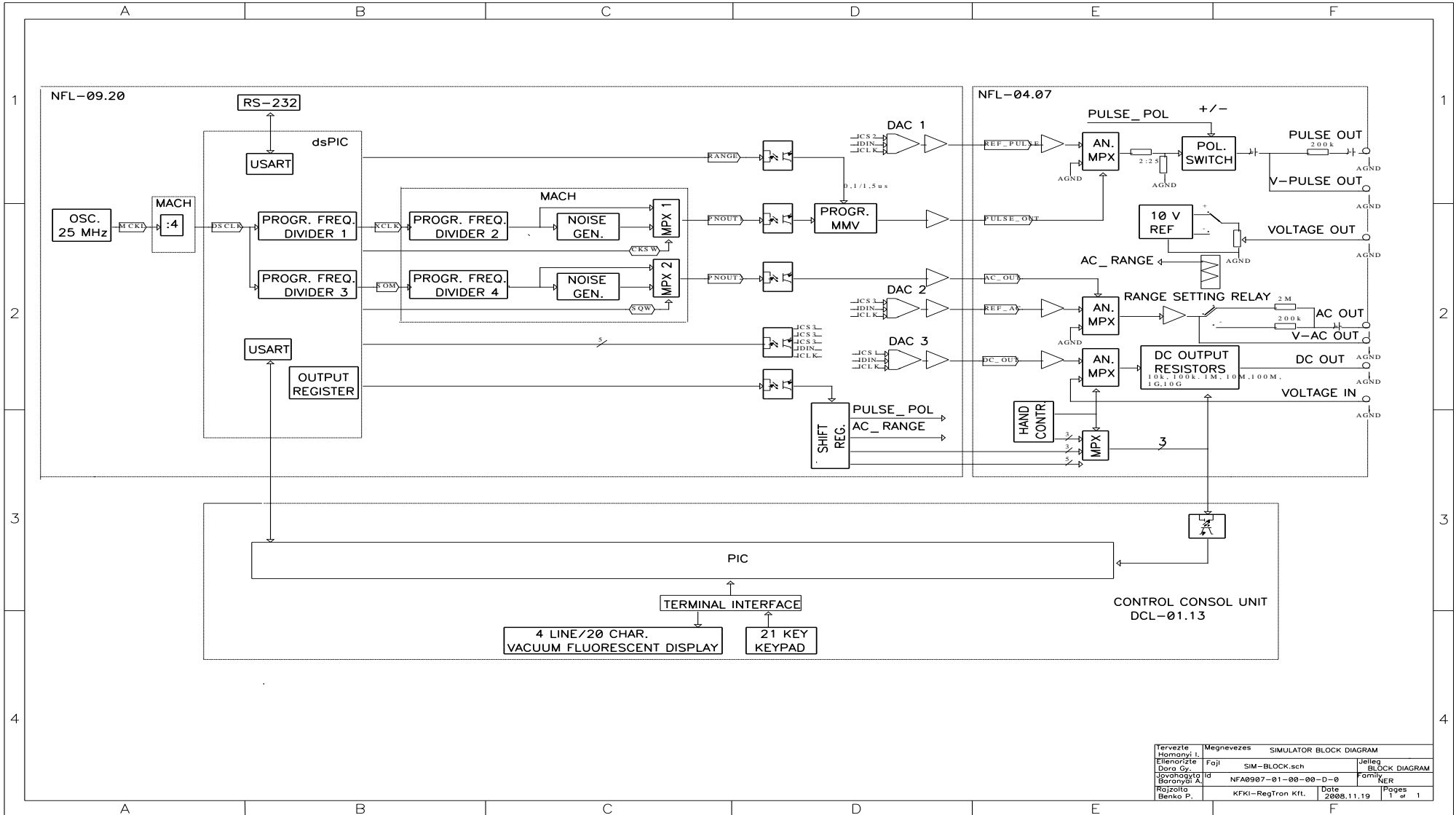
## **Előlapi kijelző és tasztatúra**

Funkciói

1. A szimulátor paramétereinek beállítása és kijelzése.
2. A számított paraméterek aktuális értékének kijelzése.
3. A megjeleníteni kívánt lap kijelzése.
4. Start/stop funkciók.

21 nyomógomb, 2 fényemittáló dióda, és egy vákuumfluoreszcensz kijelző biztosítja a gépember kapcsolatot.

# Blokkvázlat



|                             |                      |                         |                         |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Tervezte<br>Homonyi I.      | Megnevezes<br>Fajl   | SIMULATOR BLOCK DIAGRAM | Jelleg<br>BLOCK DIAGRAM |
| Ellenőrizte<br>Dóra Gy.     | Id                   | NFA0907-01-00-00-D-0    | Fam<br>KER              |
| Ugyvohagyta<br>Baranyosi A. | Rajzolta<br>Benko P. | KFKI-RegTron Kft.       | Date<br>2008.11.19      |
|                             |                      |                         | Pages<br>1 of 1         |

## Műszaki adatok

A PULSE, AC és DC kimenetek egyidejűleg működnek. A kimeneti szintek mindig az nv értékek függvényei.

Az üzemmódok, és egyéb, programozható paraméterek (pl.. kimeneti pulzusamplitúdó, pulzus-frekvencia) programmal választhatók ki. A következő táblázat összefoglalja a főbb üzemmódokat.

| Üzemmód | PULSE OUT   | AC OUT   | DC OUT                              |
|---------|---|--|-------------------------------------|
| 0       | Stabil frekvencia<br>Stabil amplitúdó.                    | Stabil frekvencia<br>Állítható amplitúdó                                   | Állítható DC érték                  |
| 1       | Stabil átlagfrekvencia<br>Stabil amplitúdó                | Stabil átlagfrekvencia<br>Állítható amplitúdó                              | Állítható DC érték                  |
| 2       | Exponenciálisan változó<br>frekvencia<br>Stabil amplitúdó | Stabil átlagfrekvencia<br>Az amplitúdó követi a<br>négyzetgyökös szabályt. | Exponenciálisan változó<br>DC érték |
| 3       | Exponenciálisan változó<br>frekvencia<br>Stabil amplitúdó | Stabil átlagfrekvencia<br>Az amplitúdó követi a<br>négyzetgyökös szabályt. | Exponenciálisan változó<br>DC érték |

## Neutronfluxus Szimuláció

|                               |                             |                |           |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------|
| Neutronfluxus tartomány       | 1.00E+00 től 1.00E+11 nv    |                |           |
| Üzemmód                       | Konstans vagy exponenciális |                |           |
| Exponenciális jel paraméterek |                             |                |           |
| Induló szint FLUX0            | 1.00E+00 nv-től             | FLUX1 nv-ig    | állítható |
| Leállító szint FLUX1          | FLUX0 től                   | 1.00E+11 nv-ig | állítható |
| Időállandó T.PER *            | 1.00E+01 s-től              | 1.00E+02 s-ig  | állítható |
| Neutronfluxus<br>átalakítás   | teljesítmény                |                |           |
| Teljesítmény tényező (K4)     | 1.00E-09 - től              | 1.00E-07 %/nv  | állítható |

\*Az AC kimenetre vonatkozó idő mindig duplája a Pulse és DC kimenetre vonatkozóknak.

## Pulse Kimenet (áram)

|                          |   |                 |                |
|--------------------------|---|-----------------|----------------|
| K1 tényező               | 1.00E-01-től                            | 1.00E+02 pps/nv | állítható      |
| Frekvencia               |   |                 |                |
| Tartomány                | K1*nv ≥ 1 pps                           |                 |                |
| Pulzusszélesség = 0.1 μs | 1 pps -től 2 Mpps-ig                    |                 |                |
| Pulzusszélesség = 1.5 μs | 1 pps -től 500 kpps-ig                  |                 |                |
| Időeloszlás              | Periodikus, sztochasztikus              |                 |                |
| Felső sarokpont          | PFLUX1                                  | 1.00E+03 -től   | 1.00E+07 nv-ig |
| Pulzus                   |   |                 |                |
| Szélesség                | 0.1 μs / 1.5 μs pulzusok<br>választható |                 |                |
| Amplitúdó                | 1 μA -től 10 μA                         |                 | állítható      |
| Polaritás                | + or -                                  |                 | (választható)  |
| Feszültség a kimeneten   | Max. 1000 V (DC + AC)                   |                 |                |

## DC Kimenet

|                        |   |
|------------------------|---|
| K3 tényező             | 1.00E-11 -től 1.00E-05 $\mu\text{A}/\text{nv}$  |
| Jel típusa             | Egyenáram   |
| Amplitúdó tartomány    | 10 mV - 10 V  |
| Amplitúdó felbontás    | 14 bit  |
| Soros ellenállás       | 10 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$ , 100 M $\Omega$ , 1 G $\Omega$ , 10 G $\Omega$<br>(automatikusan, vagy manuálisan választható) |
| Alsó sarokpont DFLUX0  | 1.00E+02-től 1.00E+11 nv-ig (állítható)   |
| Felső sarokpont DFLUX1 | 1.00E+02 -től 1.00E+11 nv-ig<br>(állítható)   |
| Csatlakozó típusa      | BNC   |

DFLUX0 < DFLUX1

## AC Kimenet (áram)

|                            |   |
|----------------------------|---|
| K2 tényező                 | 1.00E-06 to 1.00E-01 $\mu\text{A}/\text{Vnv}$<br>állítható              |
| Jel típusa                 | AC jel állítható amplitúdóval.  |
| Amplitúdó tartomány        | 0 tól 25 $\mu\text{A}$ RMS-ig   |
| Amplitúdó felbontás        | 14 bit  |
| Névleges frekvencia AFREQU | 1.00E+04-től 5.00E+04 Hz-ig állítható<br>Sztocasztikus, vagy periodikus |
| Soros ellenállás           | 200 k $\Omega$ vagy 2 M $\Omega$ (belső)                                |
| Alsó sarokpont AFLUX0      | 1.00E+02 to 1.00E+05 nv állítható                                       |
| Feszültség a kimeneten     | Max. 1000 V (DC + AC)   |
| Csatlakozó típusa          | BNC   |

A K2 tényező értéke a következő formulából számítható

$$K2 = \sqrt{S \cdot B}$$

Ahol

|    |   |  |
|----|---|--|
| K2 | Az AC jel skálatényezője                          | $[\mu\text{A}/\text{Vnv}]$                 |
| S  | A detektor neutronérzékenysége fluktuációs módban | $[\text{A}^2 / \text{Hz} \cdot \text{nv}]$ |
| B  | A feldolgozó egység sávszélessége                 | $[\text{Hz}]$                              |

A következő táblázat K2 számított értékeit tartalmazza három különböző detektorra három különböző sávszélességgel.

| Detektor típus | Neutron<br>érzékenység<br>$[\text{A}^2 / \text{Hz} \cdot \text{nv}]$ | Sávszélesség [Hz] |          |          |
|----------------|--|-------------------|----------|----------|
|                |  | 5.00E+04          | 1.00E+05 | 2.00E+05 |
| CFUG 08        | 1.60E-25   | 8.94E-05          | 1.26E-04 | 1.79E-04 |
| CFUL 08        | 4.00E-26   | 4.47E-05          | 6.32E-05 | 8.94E-05 |
| CFUM 18        | 4.00E-27   | 1.41E-05          | 2.00E-05 | 2.83E-05 |

### **V - Pulse kimenet**

A műszaki adatok megegyeznek a 7.2. fejezettel, kivéve

|                   |                |           |
|-------------------|----------------|-----------|
| Pulzus amplitúdó  | 200mV to 2.0 V | állítható |
| Csatlakozó típusa | Lemo S00       |           |

### **V - AC kimenet**

A műszaki adatok megegyeznek a 7.4. fejezettel, kivéve

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| Amplitúdó tartomány | 0 V tól 5.0 V RMS |
| Csatlakozó típusa   | Lemo S00          |